

AB

F

Determining load of forklift truck and stacking vehicle

Patent
Number: DE19511591

Publication
date: 1996-10-17

Inventor(s): KLATT ANDREAS DIPL ING (DE); DOS HANS-
JOACHIM DIPL ING (DE); CLAUSSEN HANS-PETER
DIPL ING (DE); BAGINSKI RALF DIPL ING (DE)

Applicant(s): JUNGHEINRICH AG (DE)

Requested
Patent: ☐ DE19511591

Application
Number: DE19951011591 19950329

Priority Number
(s): DE19951011591 19950329

IPC
Classification: B66F17/00; F04B49/06; H02P7/00; F15B20/00

EC
Classification: B66F17/00B, F04B49/06C, H02P7/00D

Equivalents:

Abstract

The load is lifted by a lift cylinder supplied by a hydraulic pump driven by an electric motor, controlled by a computer also contg. a motor current meter. The hydraulic a mechanical constants of the hydraulic lifter, and the electric constants of the electric motor are deposited in the computer memory. The computer computes the wt. of the load from the motor current during each lifting and lowering of the load and the known formulae for the hydraulic pump and electric motor torque, using the measured motor current.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 11 591 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 66 F 17/00
F 04 B 49/06
H 02 P 7/00
F 15 B 20/00

②1 Akt nzeichen: 195 11 591.0
②2 Anmeldetag: 29. 3. 95
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 96

U 45998

②

DE 195 11 591 A 1

⑦1 Anmelder:
Jungheinrich AG, 22047 Hamburg, DE
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons, 20354 Hamburg

⑦2 Erfinder:
Klatt, Andreas, Dipl.-Ing., 22359 Hamburg, DE; Doß,
Hans-Joachim, Dipl.-Ing., 22297 Hamburg, DE;
Claussen, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 22851 Norderstedt,
DE; Baginski, Ralf, Dipl.-Ing., 21398 Neetze, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
US 53 73 121
US 42 31 450

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs

⑤7 Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs, wobei die Last mit Hilfe einer einen Hubzylinder enthaltenden Hubvorrichtung angehoben wird, die von einer Hydraulikpumpe gespeist wird, die ihrerseits von einem Elektromotor angetrieben wird und wobei der Elektromotor eine einen Rechner enthaltende elektronische Steuer- oder Regelvorrichtung aufweist, die auch eine Meßvorrichtung für den Motorstrom einschließt, wobei die hydraulischen und mechanischen Konstanten der hydraulischen Hubvorrichtung, wie Wirkungsgrad und spezifisches Fördervolumen der Hydraulikpumpe und Zylinderfläche des Hubzylinders und Übersetzung des Hubgerüsts und die elektrischen Konstanten des Elektromotors, wie magnetischer Nennfluß und die Motorkonstanten im Speicher des Rechners abgelegt werden und der Rechner die Masse der Last aus dem jeweiligen beim Anheben und Absenken der Last gemessenen Motorstrom aus den bekannten Formeln für das Drehmoment der Hydraulikpumpe und des Elektromotors errechnet.

DE 195 11 591 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 042/9

9/27

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Flurförderzeugen ist die Tragfähigkeit naturgemäß begrenzt. Es ist bekannt, in die hydraulische Hubvorrichtung ein Druckbegrenzungsventil einzubauen, das zur Unwirksamkeit der Hubvorrichtung führt, wenn die Last den vorgegebenen Wert überschreitet.

Die Stabilität eines Flurförderzeugs hängt u. a. auch von der Höhe ab, auf die eine Last angehoben wird. Je größer die Hubhöhe, um so geringer die aufzunehmende Last, um die Stabilität des Fahrzeugs, insbesondere während der Fahrt, nicht zu weit zu schwächen. Aus der US 4,231,450 ist ein Stapler bekanntgeworden, der mit zwei Druckschaltern im Hydraulikkreis für den Hubzylinder versehen ist. Ein erster Druckschalter spricht an, wenn bei Aufnahme der Last das zulässige Gewicht überschritten worden ist. Der zweite Druckschalter wird erst ab einer definierten Höhe der Last aktiviert und sichert so die hubhöhenabhängige Resttragfähigkeit ab. Es versteht sich, daß demgemäß auch eine Hubhöhensensierung vorgesehen ist. Diese gehört ebenfalls zum Stand der Technik.

Bei der bekannten Vorrichtung wird nicht die tatsächliche Last gemessen, sondern ein bestimmter Druck, wobei jedoch über einen entsprechenden Algorithmus auch das Gewicht errechnet werden könnte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs anzugeben, bei dem auf zusätzliche Sensoren, wie z. B. Drucksensoren, verzichtet werden kann und bei dem das Lastgewicht nur aus den Systemparametern ermittelt wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht von einer Hubvorrichtung für Flurförderzeuge aus, bei denen die von einem Elektromotor betriebene Hydraulikpumpe über eine elektronische Steuervorrichtung gesteuert bzw. geregelt wird. Derartige Steuerungen enthalten naturgemäß einen Rechner (Prozessor) und auch mindestens einen Sensor zur Ermittlung des vom Motor aufgenommenen elektrischen Stroms. Das am Elektromotor entwickelte Drehmoment ist im wesentlichen von nur einer Veränderlichen abhängig, nämlich dem aufgenommenen Strom, während die anderen das Drehmoment bestimmenden Größen Motorkonstanten sind, wie z. B. der magnetische Nennfluß. Das am Motor zu entwickelnde Moment ist naturgemäß abhängig vom Lastgewicht. Zwischengeschaltet ist indessen der Hubzylinder vorgegebener Geometrie und die Hydraulikpumpe mit einem spezifischen Fördervolumen und Wirkungsgrad. Falls zwischen dem Lastaufnahmemittel und dem Hubzylinder eine Übersetzung abweichend von 1 vorliegt, ist diese naturgemäß ebenfalls zu berücksichtigen. Die erwähnten Konstanten, die üblicherweise von den Herstellern der Komponenten angegeben werden, werden im Speicher des Rechners abgelegt. Aus den bekannten Formeln für die Drehmomente am Elektromotor und an der Hydraulikpumpe wird dann die Masse der Last aufgrund des jeweils gemessenen Stroms ermittelt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl bei Gleichstrom- als auch bei Drehstrommotoren durchführen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß spezielle Lastsensoren, beispielsweise Drucksensoren, nicht erforderlich sind. Vielmehr lassen sich die Parameter, die betriebsbedingt sind, durch die ohnehin vorhandenen Vorkehrungen, wie Messung des Motorstroms, anwenden. Lediglich die Software für den Rechner ist so ausulegen, daß der Rechner über die gemessene Stromaufnahme die jeweilige Last ermittelt. Dabei kann der Rechner das Lastgewicht quantitativ ermitteln, was für viele Anwendungsfälle vorteilhaft ist. Im übrigen kann das jeweils gemessene Lastgewicht in Beziehung zur sensierten Hubhöhe gesetzt werden, um diese zu begrenzen bzw. entsprechende Vorkehrungen zu treffen, damit bei entsprechender Hubhöhe die Stabilität des Fahrzeugs ausreichend ist.

Manche Konstanten des Elektromotors sind stromabhängig, wie z. B. die Magnetisierung oder die Kupferverluste. Daher wird nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß auch die stromabhängige Kennlinie für die Magnetisierung und/oder die Kupferverluste tabellarisch abgelegt wird. Entsprechendes gilt für die stromabhängige Kennlinie für die Wirbelstromverluste und/oder die Hysterese.

Der Pumpenwirkungsgrad ist normalerweise drehzahlabhängig. Daher kann nach einer Ausgestaltung der Erfindung im Speicher auch die drehzahlabhängige Kennlinie für den Wirkungsgrad der Hydraulikpumpe tabellarisch abgelegt werden.

Zur Nutzung dieses Parameters ist jedoch erforderlich, daß eine Drehzahlmessung vorgenommen wird. Diese ist jedoch ebenfalls zumeist Bestandteil einer hydraulischen Hubvorrichtung für Flurförderzeuge mit elektronischer Steuerung.

Wenn die Hydraulikpumpe neben dem Hubzylinder weitere hydraulische Verbraucher versorgt, führt das erfindungsgemäße Verfahren nicht zum gewünschten Ergebnis. Es ist daher erforderlich, zu berücksichtigen, ob bei einer Ermittlung eines Lastgewichtes eine Nebenfunktion parallel läuft. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß dem Verbraucher oder dem zugehörigen Ventil ein Schalter zugeordnet wird, der ein Signal auf den Rechner gibt, wenn der Verbraucher betätigt wird. Es versteht sich, daß eine Lastsensierung auf diese Weise nur erfolgen kann, wenn getrennte Kreise für den reinen Hub- und Senkkreis und die Nebenfunktionen vorliegen.

Eine Lastbestimmung läßt sich nach einer alternativen Lösung der Erfindung auch dadurch vornehmen, indem etwa der Motorstrom im Leerlauf (ohne Last) gemessen wird. Der Stromwert entspricht der Last "Null". Die Stromwerte bei definierten Lasten, die von der Hubvorrichtung anzuheben sind, geben dann im Verhältnis zu dem "Nullwert" den gemessenen Lastwert wieder. So läßt sich eine Tabelle oder eine Kurve erstellen, in der ein Stromwert einer bestimmten Last entspricht.

Um durch Störgrößen entstehende Fehler zu kompensieren, kann erfindungsgemäß bei einem mehrschüssigen Hubgerüst ein Abgleich vorgenommen werden. Die beim Übergang zwischen Freihub und Masthub

auf tretende Druckdifferenz ist konstant und entspricht mithin einem Normgewicht; sie läßt sich daher für einen derartigen Abgleich heranziehen. Zur Kompensation von dynamischen Anteilen, z. B. Druckspitzen beim Übergang zwischen zwei Mastschüssen, werden Mittelwerte gebildet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Schaltbild einer hydraulischen Hubvorrichtung für ein Flurförderzeug zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 zeigt ebenfalls eine hydraulische Hubvorrichtung für ein Flurförderzeug, wobei zusätzliche hydraulische Kreise für die Versorgung von Nebenfunktionen vorgesehen sind.

Ein nicht gezeigtes Hubgerüst eines nicht gezeigten Flurförderzeugs weist einen Hubzylinder 10 auf zum Anheben und Absenken eines nicht gezeigten Lasttragmittels. Der Hubzylinder 10 wird von einer Hydraulikpumpe 12 über ein Lasthalteventil 14 mit Hydraulikflüssigkeit aus einem Reservoir 16 versorgt. Die Hydraulikpumpe 12 wird von einem Elektromotor 18, im vorliegenden Fall von einer fremderregten Gleichstrommaschine, angetrieben. Die Steuerung der Gleichstrommaschine erfolgt mit Hilfe einer elektronischen Steuervorrichtung, die einen PWM-Steller (Pulsweitenmodulation) enthält, wie an sich allgemein bekannt. Die Ansteuerung erfolgt über die Wirkungslinie 22. Über die Wirkungslinie 24 wird ein nicht gezeigter Strommesser mit der Steuervorrichtung 20 verbunden. Bei einer fremderregten Gleichstrommaschine wird sowohl der Feldstrom als auch der Ankerstrom gemessen. Bei einer Reihenschlußmaschine oder einer Asynchronmaschine braucht lediglich der Ankerstrom bzw. der Ständerstrom gemessen zu werden.

Die Steuervorrichtung 20 enthält einen Rechner zur Berechnung des Lastgewichts, das vom Hubzylinder 10 anzuheben ist. Die Berechnung der Masse der gehobenen Last erfolgt nach den nachstehenden Beziehungen, die für eine fremderregte Gleichstrommaschine gelten.

Das Drehmoment für den Hydraulikmotor ist

$$M = \frac{Q_p \cdot p \cdot \eta}{2 \pi} \quad 25$$

wobei Q_p das spezifische Fördervolumen der Hydraulikpumpe, p der Druck und η der Wirkungsgrad der Pumpe sind.

Ferner ist

$$p = \frac{F \cdot u}{A} \quad 35$$

wobei F das Lastgewicht, u die Übersetzung am Hubgerüst und A die Zylinderfläche des Hubzylinders sind.

Daraus ergibt sich

$$p = \frac{m \cdot g \cdot u}{A} \quad 45$$

wobei m die Masse der Last und g die Erdbeschleunigung darstellen.

Das Drehmoment am Motor 18 ist wie folgt:

$$M = c_m \cdot \Phi_0 \cdot \tan h(I_F/I_{F0}) \cdot I_A$$

wobei c_m eine Motorkonstante, Φ_0 der magnetische Nennfluß, I_F der Feldstrom, I_{F0} der Nennfeldstrom und I_A der Ankerstrom sind.

Daraus folgt für die Masse der Last, berechnet aus der Stromaufnahme des Hubmotors:

$$m = \frac{A (c_m \cdot \phi_0 \cdot \tan h(I_F/I_{F0}) \cdot I_A \cdot 2 \pi)}{g \cdot u \cdot Q_p \cdot \eta} - m_{HG} \quad 60$$

wobei m_{HG} die Masse der mitgehobenen Hubgerüst-Bauteile ist.

Wie aus dieser Gleichung zu erkennen, sind in der zuletzt aufgeführten Gleichung nur der Feldstrom I_F und der Ankerstrom I_A Veränderliche. Sie werden in geeigneter Weise gemessen. Vorzugsweise erfolgt eine Mittelwertbildung o. dgl. zur Kompensation von dynamischen Anteilen. Die anderen Größen sind Systemparameter,

die entsprechend im Speicher des Rechners der Steuervorrichtung 20 abgelegt sind. Im Speicher können ferner tabellarisch Kennlinien für die Magnetisierung und die Kupferverluste des Elektromotors 18 sowie die Wirbelstromverluste abgelegt werden. Außerdem kann im Speicher die Kennlinie für den drehzahlabhängigen Pumpenwirkungsgrad abgelegt werden. Zur Berücksichtigung des letzteren Falls ist indessen auch die Erfassung der Drehzahl erforderlich, was normalerweise ebenfalls bei derartigen Steuervorrichtungen erfolgt.

Zum Heben der Last wird über die Steuervorrichtung 20 (Impulssteuerung) eine elektrische Spannung an den Hubmotor 18 gelegt. In Abhängigkeit von dieser Spannung stellt sich am Hubmotor eine definierte Drehzahl ein, mit der die Pumpe 18 angetrieben wird. Die Feinsteuerbarkeit der Lastgeschwindigkeit kann durch eine Drehzahlregelung des Hubmotors 18 erfolgen oder durch ein Ventil (siehe hierzu später). Während des Hubvorgangs wird ständig der Anker- und der Feldstrom gemessen und mittels der obigen Gleichung direkt aus den Meßwerten die Last berechnet.

Soweit in Fig. 2 mit Fig. 1 gleiche Teile oder Komponenten verwendet werden, sind diese mit gleichen Bezugszeichen versehen.

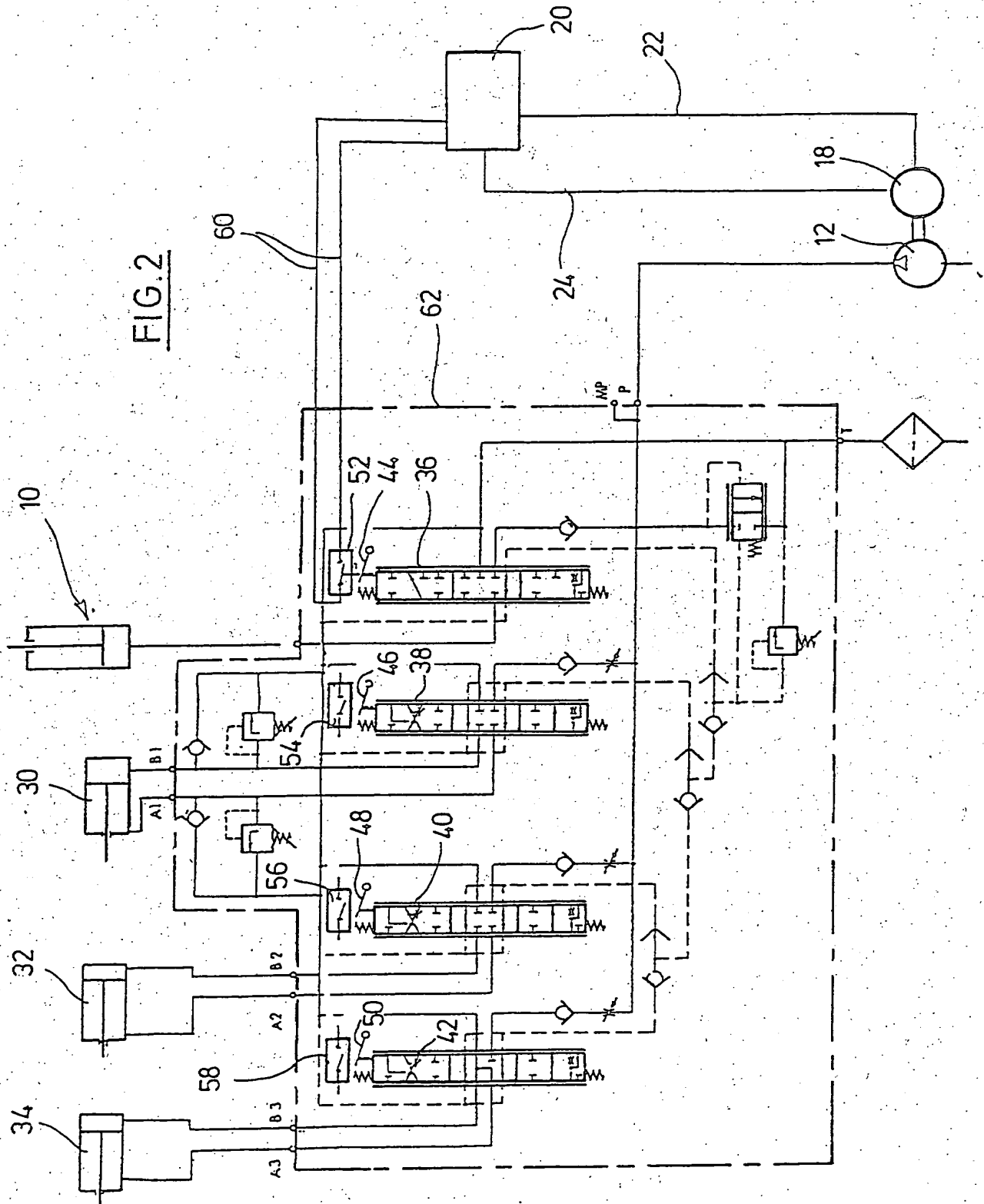
Man erkennt in Fig. 2, daß parallel zum Hubzylinder 10 weitere Zylinder 30, 32, 34 angeordnet sind und ebenfalls von der Hydraulikpumpe 12 versorgt werden. Zur Betätigung der Zylinder 10, 30, 32 und 34 sind Steuerventile 36, 38, 40 und 42 vorgesehen. Sie können hand- oder fußbetätigt sein, wie durch den Hebel 44, 46, 48 bzw. 50 angedeutet. Von den Hebeln 44 bis 50 werden Schalter 52, 54, 56 bzw. 58 betätigt, die über Wirkungslinien 60 mit der Steuervorrichtung 20 verbunden sind. Nur wenn der Schalter 52 betätigt ist und die Schalter 54 bis 58 ausgeschaltet sind, kann auf die oben beschriebene Art und Weise eine Lastberechnung vorgenommen werden.

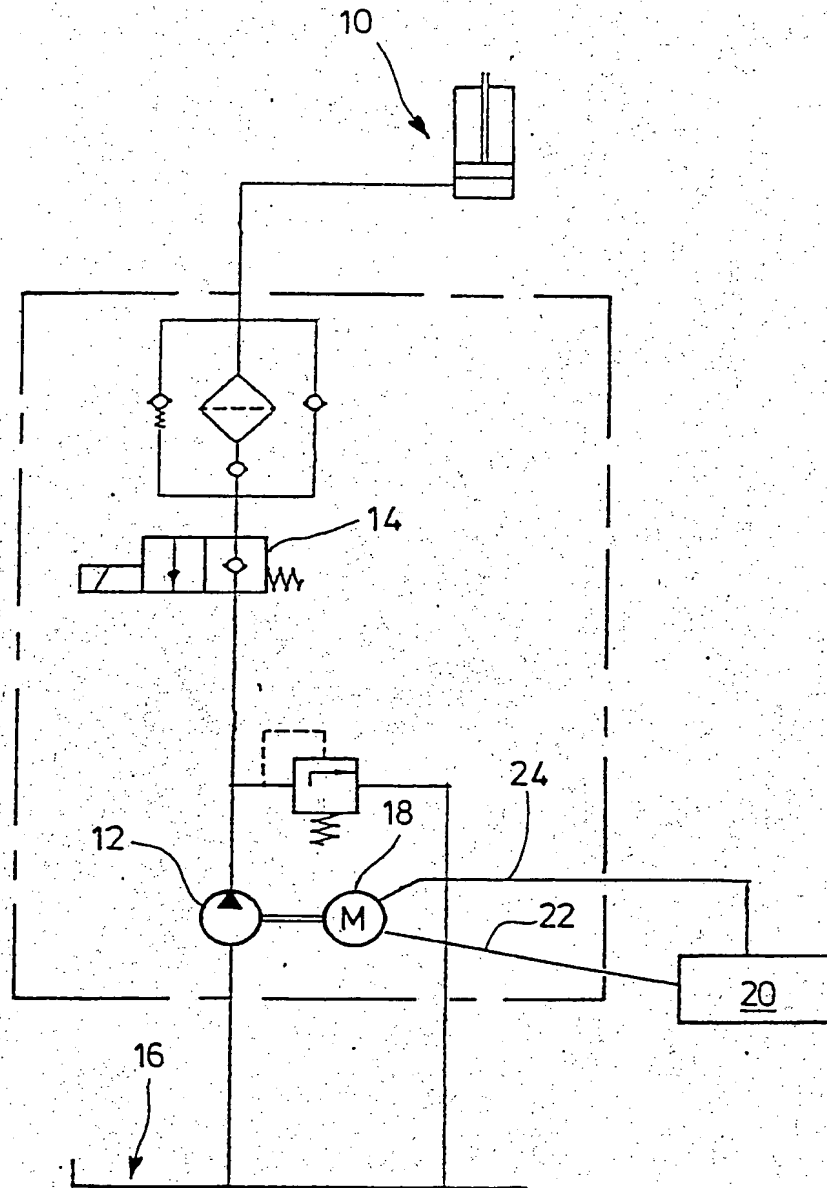
Die erwähnten Ventile 36 bis 42 sind in einem gemeinsamen Ventilblock 62 untergebracht, der strichpunktiert gezeichnet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs, wobei die Last mit Hilfe einer einen Hubzylinder enthaltenden Hubvorrichtung angehoben wird, die von einer Hydraulikpumpe gespeist wird, die ihrerseits von einem Elektromotor angetrieben wird und wobei der Elektromotor eine einen Rechner enthaltende elektronische Steuer- oder Regelvorrichtung aufweist, die auch eine Meßvorrichtung für den Motorstrom einschließt, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulischen und mechanischen Konstanten der hydraulischen Hubvorrichtung, wie Wirkungsgrad und spezifisches Fördervolumen der Hydraulikpumpe und Zylinderfläche des Hubzylinders und Übersetzung des Hubgerüsts und die elektrischen Konstanten des Elektromotors, wie magnetischer Nennfluß und die Motorkonstanten im Speicher des Rechners abgelegt werden und der Rechner die Masse der Last aus dem jeweiligen beim Anheben und Absenken der Last gemessenen Motorstrom aus den bekannten Formeln für das Drehmoment der Hydraulikpumpe und des Elektromotors errechnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher auch die stromabhängige Kennlinie für die Magnetisierung und/oder die Kupferverluste tabellarisch abgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die stromabhängige Kennlinie für die Wirbelstromverluste und/oder die Hysterese tabellarisch im Speicher abgelegt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennlinie für den drehzahlabhängigen Wirkungsgrad der Hydraulikpumpe im Speicher abgelegt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Hydraulikpumpe weitere parallele Verbraucher über entsprechende Steuerventile versorgt, dadurch gekennzeichnet, daß den Verbrauchern oder den zugehörigen Steuerventilen Schalter zugeordnet werden, die ein Signal auf den Rechner geben, wenn die Verbraucher betätigt werden.
6. Verfahren zur Bestimmung der Last eines Flurförderzeugs, wobei die Last mit Hilfe einer einen Hubzylinder enthaltenden Hubvorrichtung angehoben wird, die von einer Hydraulikpumpe gespeist wird, die ihrerseits von einem Elektromotor angetrieben wird und wobei der Elektromotor eine einen Rechner enthaltende elektronische Steuer- oder Regelvorrichtung aufweist, die auch eine Meßvorrichtung für den Motorstrom einschließt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Hubvorrichtung ohne Last betätigt und der gemessene Motorstrom als Last "Null" gesetzt wird, anschließend die Hubvorrichtung bei definierten Lasten betätigt wird und die Motorstromwerte den Lasten zugeordnet und in Speichern des Rechners abgespeichert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mehrschüssigen Hubgerüst ein Abgleich zwischen Freihub und Masthub vorgenommen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen





2nd mit Strom
mit n_p u. n_{EH}

FIG. 1